

Szelektív forrasztószerszámok tönkremeneteli mechanizmusa

A szelektív forrasztás során a forrasztószerszám közvetlen kapcsolatba kerül az olvadt forrasztótvözzettel. A forrasztószerszámok jellemzően vasalapú ötvözetekből vagy nagy tisztaságú Armco-vasból (az előállító American Rolling Mill Company nevéől) készülnek. A napjainkban alkalmazott forrasztótvözetek ónalapú ötvözetek, melyek olvadt állapotban erősen reaktívak, és kioldják a vasatomokat a forrasztószerszámokból. A folyamat a szerszám eróziós tönkremeneteléhez vezet, ami a forrasztósor leállítását és a szerszám cseréjét követeli meg. Az eróziós folyamat lassítható a forrasztóolvadék összetételének megváltoztatásával. A legtöbb esetben azonban a forrasztótvözet összetételét szigorú előírások szabályozzák, ami erózióval szemben növelt ellenálló képességű forrasztószerszám fejlesztését teszi szükségessé.

A szelektív forrasztás típusai

Szelektív forrasztás során a forraszkötést az alkatrészen belül egyedi helyen (helyeken) hozzák létre. A szelektív forrasztás egyes típusai automatizálhatók, így gyártási sorba integrálhatók. Más típusa kézi eljárás, melyet javító forrasztáskor alkalmaznak. A szelektív forrasztást sorozatgyártás során olyan esetekben alkalmazzzák, amikor az aktuális kötésnek a többi forraszkötéstől eltérő technológiával kell készülnie (eltérő forrasztási hőmérséklet, forrasztandó geometria, alkatrész-beszerelés stb.). A szelektív forrasztás típusai az alábbiak:

- Szelektív hullámforrasztás
- Szelektív bélyegforrasztás
- Szelektív kézi forrasztás

Szelektív hullámforrasztás során a forrasztóolvadék egy fúvókán áramlik ki, majd csorog le a fúvóka oldalán. A fúvóka felületén így egy forraszhullám alakul ki. A fúvóka geometriájától függően a forraszhullám lehet pontszerű vagy vonalszerű. A fúvókát védőgázköpeny védi az oxidáció ellen. A fúvókát és a védőgázköpenyt biztosító egységet számítógéppel vezérelt X-Y irányú mozgásra képes egység pozicionálja a forrasztandó helyre. A forrasztás során a forrasztószerszám megemelkedik úgy, hogy a forraszhullámról a forrasztóolvadék fel tudjon futni a forrasztandó helyre. Megfelelő mennyiségű forrasztótvözet feljuttatá-

sa után a szerszám lesüllyed, és a következő forrasztandó helyre pozícionál. A forraszhullám magasságának stabilnak kell lennie a forrasztási hibák elkerülése végett, amit a fúvóka és a forrasztóolvadék közötti jó nedvesítés biztosít.

Szelektív bélyegforrasztás során a forrasztóolvadékot az olvadékot tartalmazó kádból kiemelkedő csapok juttatják a forrasztandó helyekre. A megfelelő kötés létrehozásához az olvadéknak megfelelően kell nedvesítenie a csapot. Szelektív hullám- és bélyegforrasztással csak furatszerelt forraszkötések (THT Through Hole Technology) hozhatók létre.

Szelektív kézi forrasztás során a forrasztóanyagot a kézi forrasztószerszám (páka) olvasztja meg. A forrasztáshoz szükséges olvadék felfut a páka hegyére, majd a forrasztóanyagot a páka hegyéről visszük fel a forrasztandó helyre. A forrasztóanyag felviteléhez elengedhetetlen a páka és a forrasztóolvadék közötti jó nedvesítés. Szelektív kézi forrasztással furatszerelt (THT), valamint felületszerelt (SMT Surface Mount Technology) technológiával készült kötések is létrehozhatók. A szelektív kézi forrasztást kis termelékenységű, jellemzően egyedi kötése-

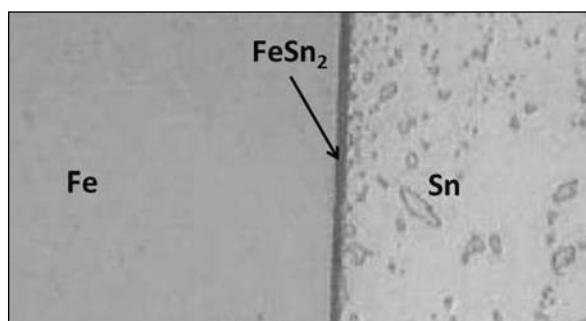
sek létrehozásához, továbbá javító forrasztásokhoz alkalmazzák [1].

A különböző típusú szelektív forrasztási eljárásokban alkalmazott szerszámok tönkremenetelének nagyon hasonló a mechanizmusa, ugyanis mindhárom technológiában a tönkremenetelt ugyanarra a határfelületi reakcióra lehet visszavezetni. Éppen ezért egy gazdaságilag is reális, a forrasztószerszám élettartamát növelő megoldás mindhárom technológia esetében alkalmazható lehetne.

A szelektív kézi forrasztószerszámok eróziója

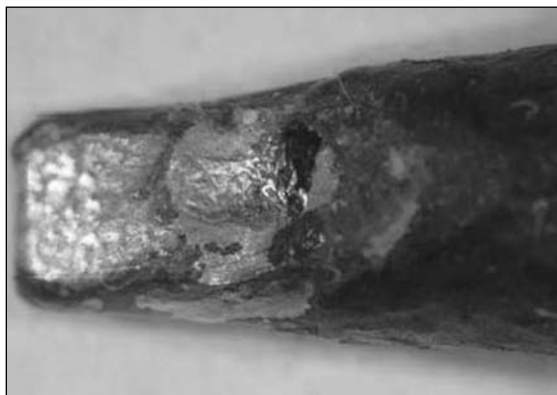
Kézi szelektív forrasztás esetében a forrasztópáka réteges szerkezetű. A páka magja rézből készül. A rézmag kiváló hővezetése eredményezi, hogy a páka hegye hamar eléri a forrasztóanyag megolvasztásához szükséges hőmérsékletet. A páka külső rétege vas, aminek a hegyére előőnozott réteget visznek föl, a páka többi részét pedig krómmal vonják be. A forrasztóolvadék nem nedvesíti a krómot, (sem a króm-oxidot, amely a használat során keletkezik a krómmal bevont részen), viszont jól nedvesíti az ónbevonatot, a forrasztóanyag olvadás után így csak a páka hegyére fut fel. Mivel forrasztóolvadék csak a páka hegyén van forrasztáskor, a kötés kialakítása kontrollálható. Az előőnozás során a páka vasbevonata és az ónréteg közti határfelületen FeSn₂ intermetallikus vegyület képződik (1. ábra).

A forrasztási ciklusszám növelésé-

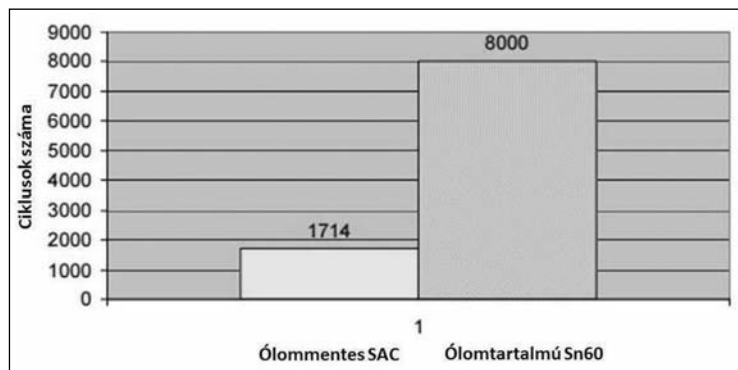


■ 1. ábra. A vas-ón határfelületen képződött FeSn₂ intermetallikus réteg [1]

A szerzők szakmai életrajza a 41-42. oldalon található.



■ 2. ábra. Erodált kézi forrasztószerszám [1]



■ 3. ábra. Szelektív forrasztószerszám élettartama ólommentes SAC és Pb-Sn forrasztótvözetben [1]

vel az FeSn_2 intermetallikus réteg vastagsága növekszik, amihez a szükséges vasatomokat a szerszám anyaga adja. Az intermetallikus réteg növekedését ebben a fázisban a vasatomok diffúziója irányítja. Az intermetallikus réteg vastagodása a vasbevonat erózióját okozza, ami a páka lassú tönkremenetelét idézi elő. Az erodált páka felülete egyenetlen, bemarkásokot tartalmaz. A bemarkásoknál a forrasztótvözet az FeSn_2 intermetallikus réteg alatti vas alapanyaggal találkozik. A vas és a forrasztóanyag találkozásánál szintén kialakul az FeSn_2 intermetallikus vegyület, ami a páka erózióját felgyorsítja. Amennyiben a bemarkásnál a forrasztótvözet eléri a páka rézmagját, az eróziós folyamat erőteljesen felgyorsul a rézatomok intenzív kioldásával. Erodált forrasztópáka képét mutatja a 2. ábra. Az erodált páka elveszíti a forrasztáshoz szükséges nedvesítést, így alkalmatlanná válik további használatra [1, 2].

A szelektív hullám- és bélyegforrasztó szerszámok eróziója

A szelektív hullám- és bélyegforrasztó szerszámokkal szemben szintén követelmény, hogy a szerszámot megfelelően nedvesítse a forrasztóolvadék. A megfelelő nedvesítés érdekében a szelektív hullámforrasztó és a szelektív bélyegforrasztó szerszámokat vasból vagy nagy tisztaságú Armco-vasból készítik. Szelektív hullám- és bélyegforrasztás esetében a szerszám közvetlenül érintkezik az olvadt forrasztótvözetrel. Az olvadt forrasztótvözet kioldja a szerszám anyagából a vasatomokat, ami a forrasztószerszám erózióját okozza. A szelektív

kézi forrasztással szemben itt az olvadék folyamatosan áramlik a forrasztószerszám felületén. Szelektív hullám- és bélyegforrasztás esetében az eróziós reakciót elősegíti a forrasztóolvadék folyamatos áramlása is. Az áramlás erőteljesebb a szelektív hullámforrasztás esetében [3].

Forrasztószerszámok eróziója ólommentes forrasztóanyagokban

Az Európai Unió (és egyéb, EU-n kívüli államok) által bevezetett RoHS (Restriction of use of Hazardous Substances) direktíva – néhány kivételles alkalmazástól eltekintve – tiltja az ólomtartalmú forrasztótvözetek alkalmazását. Az Sn-Pb ötvözetek alternatíváiként legelterjedtebben az Sn-Cu, SAC (Sn-Ag-Cu) és Innot (Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni) környezetbiztonságos ötvözetcsaládokat alkalmaznak. Mindhárom ötvözetcsalád jóval nagyobb mennyiségben tartalmaz ónt, mint a korábbi, Sn-Pb tartalmú ötvözetek. Az óntartalom az Sn-Cu ötvözeteknél ~ 99 m/m%, a SAC ötvözeteknél jellemzően ~ 95 m/m%, az Innot ötvözeteknél pedig ~ 90 m/m%, míg a korábbi, Sn-Pb ötvözetekben az óntartalom 63 m/m% körüli. A növelt óntartalom miatt a környezetbiztonságos forrasztótvözetek sokkal reaktívabban oldják ki a vasatomokat a velük érintkező szerszámokból. A környezetbiztonságos forrasztótvözetek ráadásul nagyobb olvadáspontúak, mint az Sn-Pb ötvözetek. Az Sn-Cu, a SAC és Innot ötvözetek olvadáspontja 220 °C körüli, az Sn-Pb ötvözetek olvadáspontja pedig 180 °C körüli. A nagyobb hőmérséklet szintén hozzájárul a vasatomok kioldásának felgyorsításához. Ezen tényezők miatt

az ólommentes forrasztótvözetek alkalmazásával a szelektív forrasztószerszámok eróziójának üteme jelentős mértékben felgyorsult. A 3. ábra szelektív forrasztószerszám forrasztási ciklusszámát mutatja Sn-Pb és ólommentes SAC forrasztótvözet alkalmazása esetén. Az ábrán látható, hogy az ólommentes SAC ötvözet alkalmazásával a forrasztószerszám élettartama 8000 forrasztási ciklusról 1714 ciklusra esett, vagyis mintegy harmadára csökkent [1, 4–12].

Szelektív forrasztószerszám élettartam-növelésének lehetőségei

A szelektív forrasztószerszámok eróziója az erodált szerszámok cseréjét teszi szükségessé. Szelektív hullám- és bélyegforrasztási technológiákban a forrasztószerszám eróziója által okozott gazdasági kár jelentős részét azonban nem a forrasztószerszám pótlása okozza, hanem a szerszámcsere és kalibráció miatti leállás és a termelés kiesése. A forrasztószerszám eróziójának csökkentésére két irányban indultak el kutatások. Az egyik irány a forrasztótvözet összetétele megváltoztatásának a lehetőségét vizsgálja. Nishikawa és munkatársai kimutatták, hogy vassal bevont réz szubsztrát eróziójának mértéke Sn-Ag forrasztótvözetben csökkenthető Co hozzáadásával [11]. A legtöbb esetben azonban a forrasztótvözet összetételét szigorú előírások által megadott határértékek között kell tartani, ezért az összetétel módosítása nem engedélyezhető. Az erózióval szembeni ellenálló képesség növelésének másik lehetséges módja a forrasztószerszám anyagának megváltoztatása. A növelt élettartamú szelek-

tív forrasztószerszámnak azonban két olyan követelménynek kell egyidejűleg megfelelnie, amelyeket jellemzően eltérő anyagtipusok teljesítenek. A forrasztószerszám és a szerszám közötti megfelelő nedvesítést a fémes jellegű kötésű szerszámanyag tudja biztosítani. Az erózióval szembeni ellenállást pedig olyan anyag tudja biztosítani, melynek atomjait a forrasztószerszám nem tudja könnyen kioldani. *Watanabe* és munkatársai vas-többfalú karbon nanocső kompozit (Fe-MWCNT Multi Wall Carbon Nanotube) forrasztószerszám eróziójának mértékét vizsgálták ólommentes forrasztóanyagban. Kimutatták, hogy az erózió mértéke lecsökkent, bár a nedvesítés mértéke némileg romlott a vas forrasztószerszámhoz képest [12]. Tekintettel arra, hogy *Watanabe* és társai megoldása nem szüntette meg a forrasztószerszám erózióját, csak lelassította a folyamatot, ráadásul a vas-karbon nanocső kompozit alkalmazása a szelektív forrasztásban meglehetősen költséges lenne, ez a megoldás nem tűnik hatékonynak. Gazdaságos és hatékony megoldás a szelektív forrasztószerszámok élettartamának növelésére jelenleg még nem ismeretes.

Összefoglalás

A vasból készült szelektív forrasztó-

szerszámok tönkremenetelét alapvetően a szerszám/forrasztószerszám határfelületi reakciója okozza. A tönkremenetel során az erősen reaktív, nagy óntartalmú forrasztószerszám kioldja a vasatomokat a szerszám anyagából, ami a szerszám erózióját okozza. Az erózió elleni védekezés egyik lehetséges módja a forrasztószerszám összetételének módosítása, a másik megoldás a szelektív forrasztószerszám anyagának fejlesztése. Jelenleg nem ismert gazdaságos, hatékony megoldás a forrasztószerszámok élettartamának növelésére.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt eredményeire alapozva a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019 jelű projekt részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] http://www.elexp.com/Images/Weller_Coping_with_Lead_Free.pdf (2014)
- [2] *H. Nishikawa, T. Takemoto, K. Kifune, T. Uetani, N. Sekimori*: Effect of iron plating conditions on reaction in molten lead-free solder, *Mat Trans* 45 (3) (2004) 741–746.
- [3] *H. Nishikawa, S. Kang, T. Takemoto*:

Erosion behavior and interfacial reaction of stainless steels in molten lead-free solder, *Transactions of JWRI* 38 (2) (2009) 53–56.

- [4] *D. Shangguan*: Lead-free solder interconnect reliability, *ASM International*, 2005. 33–48.
- [5] *G. Henshall, J. Bath, C. A. Handwerker*: Lead-free solder process development, *Wiley*, 2011.
- [6] *H. Ipser*: European COST action 531: Basic research on lead-free soldering, *JMM* 43 B (2) (2007) 109–112.
- [7] *A. Kroupa, A. T. Dinsdale, A. Watson, J. Vrestal, A. Zemanova*: COST 531 project – Study of the advanced materials for lead free soldering, *JMM* 43 B (2) (2007) 113–123.
- [8] *A. Kroupa, A. Dinsdale, A. Watson, J. J. Vrestal, A. Zemanova, P. Broz*: The thermodynamic database COST mp0602 for materials for high-temperature lead-free soldering, *JMM* B 48 (3) (2012) 339–346.
- [9] *T. Takemoto, T. Uetani, M. Yamazaki*: Dissolution rates of iron plating on soldering iron tips in molten lead-free solders, *Solder Surf MT Tech* 16 (3) (2004) 9–15.
- [10] <http://www.circuitspecialists.com/blog/soldering-tip-care-tips> (2014)
- [11] *H. Nishikawa, A. Komatsu, T. Takemoto*: Interfacial reaction between Sn-Ag-Co solder and metals, *Mat Trans* 46 (2005) 2394–2399.
- [12] *J. Watanabe, N. Sekimori, K. Hatsuzaawa, T. Uetani, I. Shohji*: Study on erosion resistance characteristics of Fe-MWCNT composite plating with respect to lead-free solder, *J Phys, Conf. series* 379 (2012) 012025. 1–10.

SIMON ANDREA – GÉBER RÓBERT – LIPUSZ DÓRA – GÁCSI ZOLTÁN

Rézmátrixú kompozitok jellemzése, kísérleti előállítása

A hagyományos anyagok tulajdonságjavításának egyik lehetséges módszere a társított anyagok felhasználása. Az így létrehozott kompozit anyagrendszerek alkalmazása az ipar számos területén (pl. elektronikai alkatrészek gyártása) megfigyelhető. A szerzők cikkükben ismertetik a fémkompozitok legfontosabb tulajdonságait, valamint bemutatják a rézmátrixú kompozitok előállításának módjait, legfontosabb tulajdonságait és felhasználási lehetőségeit. Kutatómunkájuk során rézmátrixú, SiC szemcseerősítésű kompozitokat állítottak elő, amelyek vizsgálatának néhány eredményét is közreadják.

A fémkompozitok általános jellemzése

A kompozitok napjaink legkorszerűbb anyagai közé tartoznak. Az egyre különlegesebb, összetettebb követelményeket a hagyományos (monolit) anyagok már nem képesek teljesíteni, ezért a műszaki gyakorlatban mind gyakoribb ezeknek a társított anyagoknak az alkalmazása. A kompozitok tulajdonságait az alapanyag (mátrix) és a második (erősítő) fázis mennyisége, típusa, a közöttük kialakult határfelület jellemzői, valamint a